

7/19

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
C08J 5/24

(11) 공개번호 특2000-0070769
(43) 공개일자 2000년11월25일

(21) 출원번호	10-1999-7007029	(87) 국제공개번호	WO 1998/34979
(22) 출원일자	1999년08월04일	(87) 국제공개일자	1998년08월13일
번역문제출일자	1999년08월04일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1998/02158		
(86) 국제출원출원일자	1998년02월06일		
(81) 지정국	AP ARIPO특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 가나 감비아 짐바브웨 EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스 탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영 국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨 덴 핀란드 OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디브와르 카메 룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤 르체고비나 바베이도스 불가리아 벨라루스 캐나다 중국 쿠바 체코 에스토 니아 그루지야 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기즈 북한 대 한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 타지키스탄 투르크메니스탄 터어키 트리 니다도토바고 우크라이나 우간다 우즈베키스탄 베트남 폴란드 루마니아 러시아 수단 싱가포르 브라질 가나 인도네시아 유고슬라비아 시에라리온 짐바브웨		
(30) 우선권주장	8/795,632 1997년02월06일 미국(US)		
(71) 출원인	사이텍 테크놀로지 코퍼레이션 마이클 제이. 켈리		
(72) 발명자	미국 델라웨어주 19801 웰링턴시 델라웨어 애브뉴 300 스위트 903 하트니스,존,티. 미합중국,캘리포니아주92886,요르발린다,랜스우드프라자19692. 수,구오,평. 미합중국,캘리포니아주92612,앨번,뉴튼코트18.		
(74) 대리인	특허법인 원전 임석재, 특허법인 원전 김동엽, 특허법인 원전 김예숙		

심사청구 : 없음

(54) 수지로 부분 함침된 섬유재

요약

수지로 부분적으로 함침된 섬유층을 적용한 부분적으로 함침된 프리폼으로 섬유보강수지 복합체를 제조한다. 부분적으로 함침된 프리폼의 섬유층은 복수의 평행배열된 토우들로 이루어지며, 각 토우는 복수의 일축방향성 보강섬유들로 이루어진다. 수지는 섬유층의 한면 또는 양쪽 면에 부분적으로 함침된다. 프리폼의 섬유층을 부분적으로 함침하기 위한 수지조성물 또한 제공된다.

복수의 부분적으로 함침된 프리폼들을 이용하여 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택을 만든다. 경화에 의한 섬유보강수지 복합체를 제조하기 위해 경화 전에 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택을 함께 크로스-플라이스티치함으로써 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택은 크로스-플라이 보강될 수 있다.

다음의 단계를 포함하는 섬유보강수지 복합체를 제조하기 위한 방법: 부분적으로 함침된 프리폼을 수지향량조절 엔벨로프에 넣는 단계; 수지향량조절 엔벨로프를 진공 엔벨로프에 넣는 단계; 상기 진공 엔벨로프와 상기 수지향량조절 엔벨로프를 배기하는 단계; 진공 엔벨로프와 수지향량조절 엔벨로프를 동시에 배기하면서 수지를 녹여 상기 섬유층으로 주입하고, 그 안에서 경화시키기 위해 가열하는 단계.

영세서

기술분야

본 발명은 섬유보강수지 복합체에 관한 것이다. 상세히는, 본 발명은 경화 일체형(monolithic) 복합체를 형성하는 섬유재의 한 또는 양쪽면에 부분적으로 함침된 연속적인 섬유재 층을 포함하는 부분 함침된 프리폼(preform)의 이용에 관한 것이다.

배경기술

최근 몇년간 비강도(strength-weight ratio)가 높은 섬유가 보강된 수지 복합체의 사용이 꾸준히 확대되고 있으며, 특히 항공기 및 우주선과 같이 중량에 민감한 제품에 그 사용이 지속적으로 증대되었다. 이러한 제품에 사용되는 섬유보강수지 복합체는 수지를 완전히 함침시킨 유리나 흑연섬유로 제조된 일축성(unidirectional) 또는 다축성(예, 직조된) 직물들로 형성되는, 예로서 층 또는 플라이(plies)의 스택(stack)과 같이 레이업(lay-up)을 형성함으로써 만들어져왔다. 수지를 함침시킨 이러한 플라이들은 일반적으로 '프리프레그' 플라이 또는 간단히 '프리프레그'라고 한다. 일반적으로 층 또는 플라이의 스택을 포함하는 레이업은 성형기의 맨 위에 위치하며, 이는 가장 단순한 형태로서 평면판을 포함할 수 있다. 레이업이 준비되면, 열과 압력을 가한다. 열은 수지를 경화시키고, 압력은 레이업을 압착하여 수지의 경화시에 공기나 휘발성 기체들을 포함하는 다른 기체들이 기공(기포)을 발생시키는 것을 방지한다. 일반적으로, 필요한 열과 압력을 가하는데 오토클레이브가 사용된다.

상술한 방법으로 가공된 섬유보강수지 복합체로 형성된 일체형 구조체는 어떤 조건들에서는 만족할만 하지만, 몇몇 단점들을 지니고 있다. 예로서, 특히 제한된 투입손상(input damage) 후에는, '평면상(in-plane)' 압축 하중 파괴에 대한 저항성을 증가시키기 위해 크로스-플라이(cross-ply) 보강이 바람직하다. 평면상 하중은 플라이들의 수평면상에 놓여지는 하중을 말한다. 크로스-플라이 보강(Z-방향 보강이라고 하기도 함)은 레이업을 크로스-플라이 스티치하여 할 수 있다. 그러나, 크로스-플라이 스티치는 수행하기 어렵다고 알려졌다. 이는 프리프레그들이 끈적끈적한 수지로 함침되어 있기 때문이다. 수지는 섬유층들을 서로 크로스-플라이 스티치하기 매우 어렵게 한다. 바늘은 끈적끈적한 수지로 인해 오염되거나 붙어버려서 층들을 서로 연결하기가 매우 어렵게 된다. 바늘 또한 층 내의 섬유들에 손상을 입히는 원인이 된다.

수지로 예비함침된 섬유 플라이들을 사용하는데 있어서의 또다른 단점은 레이업을 형성했을 때 플라이들 사이에 갇힌 기체들의 제거가 어렵다는 점이며, 이 기체들은 수지 경화시에 레이업내에서 생성된 것들이다. 경화시 가해지는 압력이 대부분의 갇혀있는 기체를 용액내로 밀어내는 사이에도, 다소의 기포들은 여전히 생성되어 결과의 일체형 구조체에 취약공간을 생성시킨다.

예비함침된 섬유 플라이들의 사용과 관련된 또다른 단점은 이러한 플라이들을 저온에서 저장해야 하며, 이러한 플라이들을 적시에 사용하지 못하는 것에 관련된 손실이다. 보다 상세하게는, 섬유보강수지 복합체를 만들기 위해 최근 이용되어지는 수지에 익숙한 사람들은 쉽게 이해할 수 있듯이 수지경화속도는 수지온도가 올라가면 가속화된다. 반대로, 수지 경화속도는 저온에서는 지체된다. 따라서, 사용하기 전에 예비함침된 섬유 플라이들은(대개는 레이업되기 전의 비교적 폭이 넓은 테이프 또는 섬유의 건조형태) 냉장조건에서 저장된다. 저온 저장온도에서는 수지경화가 억제되므로, 예비함침된 섬유 플라이들의 사용수명이 증가된다. 그러나, 느린 속도이기는 하지만 저온에서도 수지는 경화될 수 있다. 즉, 저온에서 저장된 예비함침된 섬유 플라이들도 어떤 시점에서는 사용할 수 없게 되어 처분해야한다. 예비함침된 섬유 플라이에서 사용할 수 없게 된 부분은 단지 수지일 뿐이라도, 수지가 경화되기 시작했기때문에 수지뿐 아니라 섬유도 처분해야 한다.

복합 항공기 날개구조체를 제조하는 경우, 복합구조체를 만드는데 사용된 섬유층들을 함께 스티치하면(stitching) 복합 날개구조체의 손상-허용값(damage-tolerance)은 향상된다. 기존의 선행기술 공정에 있어서, 통상적인 프리프레그를 스티치하는데 사용되는 바늘은 수지함침 섬유에 과도한 손상을 일으키기 때문에, 섬유의 수지 예비함침 전에 섬유층들을 스티치하여야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 바람직한 수의 직물층들을 수지의 부재하에서 스티치한 후에, 최종 경화과정동안에 수지를 수지필름주입("RFI")법을 사용하여 사전에 미리 스티치된 섬유층들의 전체 두께사이로 밀어 주입시킨다. 그러나 이 방법은 또다른 문제를 야기한다. 튼튼한 복합구조체를 형성하기위해서 수지는 날개 구조체내의 큰 보강재를 함침시키기 위해 충분한 정도로 도달되거나 주입되어야 한다. 이런 공정들을 사용하여 이러한 보강재들의 부근까지 수지를 완전히 침투시키는 것은 매우 어렵기 때문에, 결과의 복합체 물질에 많은 변형들이 존재한다는 것이 밝혀졌다.

경화수지에 의해 함께 결합된 층들 또는 플라이들과 같은, 섬유보강수지 복합체로 이루어진 일체형 구조체의 제조방법 및 장치는 미국특허 제 4,622,091호에 개시되어 있다. 다수의 건조 플라이들이 쌓여서 건조 프리폼을 형성한다. 플라이들은 교차-플라이 방향으로 스티치되거나 스티치되지 않을 수도 있다. 건조 프리폼들의 스택을 만들어 복합체를 형성한다. 스택을 만든 후에, 하나 이상의 액체 또는 고체 수지층들이 부가된다. 그 후에, 스택과 수지층(들)을 진공하에서 경화시킨다.

일체형 구조체를 만드는 이 방법은 다수의 건조 플라이들이 수지물질 없이 스티치되어야 한다는 단점이 있다. 복합구조체를 만들기 위해 다수의 스티치된 프리폼들을 쌓아올린 후에, 수지를 주입하기 전에 인접한 스티치된 건조 프리폼들 사이에 손으로 수지를 배치해야 한다. 이는 제조비용과 생산시간을 증가시킨다.

본 발명은 냉장을 필요로 하거나 또는 용이하게 저장할 수 없는, 수지로 예비함침된 섬유질층들로부터 일체형 구조체를 제조할 때 발생하는 단점들을 피하기 위한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 저온보관시 장기간에 걸친 초기(premature) 경화에 대해 안정한 수지로 부분적으로 함침된 섬유층을 포함하는 부분적으로 함침된 프리폼에 관한 것이다. 또한 부분적으로 함침된 프리폼은 단기간 동안 상온에서 저장해도 안정하다. 본 발명은 수지필름의 존재하에서 쉽게 크로스-플라이로 스티치될 수 있고, 수지의 주입전과 주입시에 가두어진 기체들을 제거시키므로써 이러한 기체들에 의해 생기는 취약공간을 완전히 제거하거나 실질적으로 감소시키는 방법으로 생성된 프리폼들의 스택 또는 부분적으로 함침된 프리폼들로부터 만들어진 섬유보강수지 복합체에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 저장된 수지의 초기 경화와 나쁜 품질로 인한 부분적으로 함침된 프리폼의 폐기로부터 발생하는 폐기물의 양을 실질적으로 감소시키는 섬유보강수지 복합체의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 본 발명의 부분적으로 함침된 프리폼에 사용되는 신규의 수지물질에 관한 것이다.

발명의 요약

본 발명은 일부가 수지로 함침된 섬유층을 포함하는 부분적으로 함침된 프리폼을 포함한다. 본 발명은 또한 다수의 섬유층을 포함하는 부분적으로 침투된 프리폼을 제공하며, 여기서 상기 다수의 섬유층들의 한면은 수지로서 부분적으로 함침된다. 본 발명은 다수의 부분적으로 함침된 프리폼을 포함하는 부분적으로 함침된 프리폼 스택을 제공하며, 여기서 각각의 부분적으로 함침된 프리폼은 일부가 수지로 함침된 섬유층을 포함한다. 부분적으로 함침된 프리폼 각각에 대하여 섬유층은 다수의 평행배열된 토우(tows)로 이루어지며, 각각의 토우는 다수의 일축성 보강섬유들로 이루어진다. 다수의 일축성 보강섬유들은 유리, 석영, 및 KEVLAR® 브랜드의 폴리아미드와 같은 유기물, 탄소, 흑연 등을 포함하는 군으로부터 선택될 수 있다. 수지는 섬유층의 한면 또는 양면상에 부분적으로 함침된다. 수지는 바람직하게는 필름, 분말 또는 액체이다. 수지는 상온에서 실질적으로 점성이 없거나(tack free) 끈적거리지 않는(non-tacky) 특성을 가진다. 수지는 약 50°C~약 400°C 온도에서 최소 점도가 약 0.5포아제~약 1000포아제를 가지는 것이 바람직하다. 부분적으로 함침된 프리폼 또는 다수의 프리폼들은 부분적으로 함침된 프리폼(들)을 크로스-플라이 스티치함으로써 크로스-플라이 보강할 수 있다.

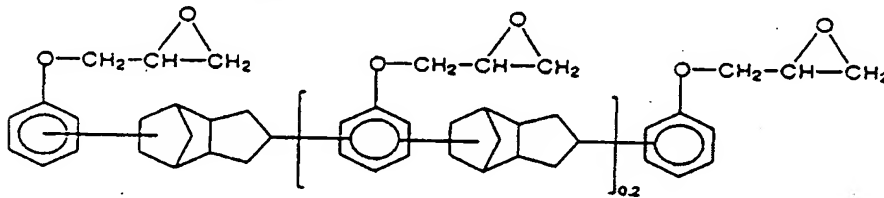
본 발명의 부분 함침된 프리폼(들)을 사용하여 섬유보강수지 복합체를 제조하는 방법은 다음의 단계들을 포함한다;

- (a) 수지함량 조절 엔벨로프에 수지로 부분적으로 함침된 섬유층을 포함하는 부분적으로 함침된 프리폼들을 넣는 단계;
- (b) 상술한 수지함량 조절 엔벨로프에 들어있는 상술한 부분적으로 함침된 프리폼을 진공 엔벨로프내에 넣는 단계;
- (c) 상술한 부분적으로 함침된 프리폼으로부터 공기와 다른 기체들을 빼내기 위하여 상술한 진공 엔벨로프와 상술한 수지함량 조절 엔벨로프를 배기하는 단계; 및
- (d) 상술한 수지가 용융되어 상술한 섬유층내로 완전히 침투된 후에 공기와 다른 기체들을 상술한 섬유층으로부터 제거해냄에 따라 경화되어 상술한 섬유보강수지 복합체를 형성할 수 있도록 상술한 진공 엔벨로프와 상술한 수지함량 조절 엔벨로프를 배기함과 동시에 상술한 부분적으로 함침된 프리폼을 가열하는 단계.

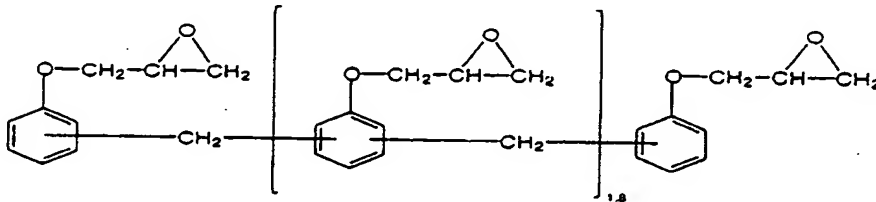
본 발명의 방법은 (a)단계의 상술한 부분적으로 함침된 프리폼의 맨위에 제 2의 부분적으로 함침된 프리폼을 배치시키는 단계를 포함할 수 있다.

이 방법에 사용되는 부분적으로 함침된 프리폼 또는 다수의 부분적으로 함침된 프리폼(들)은 함께 크로스-플라이 스티치함으로써 크로스-플라이 보강될 수 있다. 또한 이 방법은 상술한 부분적으로 함침된 프리폼(들)사이에 코어(core)를 배치시키는 단계, 또는 부분적으로 함침된 프리폼(들)의 맨 위에 다수의 이중층들(예. 스티치되거나 또는 스티치되지 않은 섬유층들)을 배치시키는 단계를 포함할 수 있다. 코어는 벌집형 코어일 수 있다. 부분적으로 함침된 프리폼(들)과 코어는 코어와 부분적으로 함침된 프리폼(들)을 함께 크로스-플라이 스티치함으로써 크로스-플라이 보강될 수 있다. 상기 개시된 방법에 따라 제조된 섬유보강수지 복합체는 항공기 또는 우주선을 위한 재료의 제조에 사용될 수 있다.

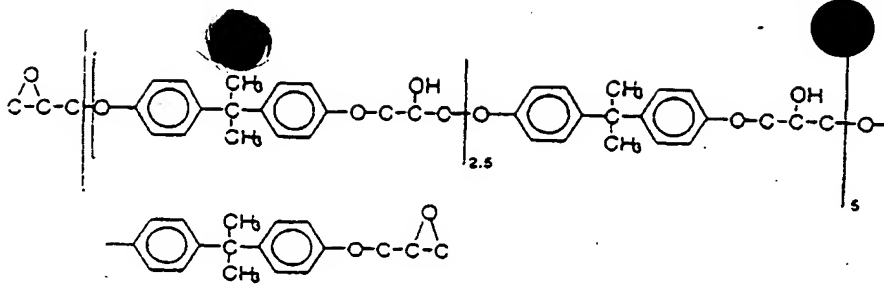
본 발명은 또한 (a) 약 90~약 99중량%의 적어도 하나의 에폭시수지와; (b) 약 1~약 10중량%의 경화제를 포함하는 프리폼의 부분적으로 함침된 섬유층을 위한 수지 조성물을 포함하며, 이 조성물은 이러한 부분적인 함침후에 스티치가 가능하고, 경화시에 상술한 섬유층에 완전히 주입되기 위하여 가열시에 점도가 감소된다. 에폭시 수지는 다음의 구조를 가지는 것을 약 10.7중량%;



다음의 구조를 가지는 것을 약 61.0중량%;



그리고 다음의 구조를 가지는 것을 약 24중량% 포함할 수 있으며;



상술한 경화제는 시아노 구아니딘과 같은 경화제로, 약 4.3중량% 사용된다. 시아노구아니딘은 DICYANEX 1400B일 수 있다.

전술한 설명으로부터 쉽게 알 수 있듯이, 본 발명은 섬유보강수지 복합체로 이루어진 일체형 구조체를 제조하기 위한 신규의 개선된 방법을 제공한다. 본 발명의 방법으로, 일체형 구조체를 만들기 위해 사용된 이전의 프리프레그 방법의 단점들을 극복할 수 있다. 특히, 프리폼은 실질적으로 끈적임이 없는 수지로 부분적으로 함침되기 때문에 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택을 크로스플라이 스티치하기가 용이하다. 또한, 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택의 스티치는 프리프레그 스티치시 섬유재료를 손상시키는 기존의 프리프레그 방법과는 달리 섬유재료에 손상을 일으키지 않는다. 복합 구조체를 만들기 위하여 부분적으로 함침된 프리폼(들)의 스택을 사용함에 따른 큰 장점은 각각의 부분적으로 함침된 프리폼이 각층과(예, 부분적으로 침투된 수지) 밀접하게 결합된 수지를 가질 수 있다는 점이다. 따라서, 복합체 물질을 완전히 습윤시키기 위해 수지가 이동해야 하는 거리가 현저히 감소되기 때문에 최종 복합체 물질의 완전한 수지주입 또는 웨팅(wetting) 정도가 현저히 증가된다.

선행기술상의 레이업에서는, 수지없이 프리폼의 스택을 스티치하고, 그후에 수지물질 위에 스티치된 프리폼들의 스택을 배치하는 것이 일반적이다. 경화동안에, 수지는 스택의 최하부에서부터 최상부까지 도달되어 최종 복합체 물질이 수지에 완전히 적셔지도록 이동되어야 한다. 또한 복합체 구조의 제조에 이용되는 기존의 방법에서는, 압력과 열을 적용함으로써 수지의 정도가 감소되었다. 정도가 현저히 감소되었을 때에만 수지를 섬유물질층의 두터운 스택내로 밀어넣는 것이 가능하다. 수지의 가교결합이 일어나는 시간이 비교적 짧기 때문에 중요한 문제들이 발생할 수 있다. 가교결합시 정도는 극적으로 증가되며, 따라서 복합 구조체를 완전히 적시지(wet-out) 못하였다. 복합 구조체가 완전히 적셔지지 못한 결과로, 이 물질의 강도와 강인성(toughness)은 손상된다.

복합 구조체의 제조에 이용되는 본 발명의 방법의 또다른 장점은 경화동안에 섬유를 통하여 수지함량조절 엔벨로프 밖으로 기체통로가 제공되는 동안, 수지가 건조 섬유물질로 흘러들어간다는 점이다. 따라서 기체들(휘발성기체 포함)은 섬유보강수지 복합체가 생성됨에 따라 이 복합체내에 갇히게 되지 않는다. 또한, 부분적으로 함침된 프리폼들내의 수지는 저장-수명이 비교적 길기 때문에, 부분적으로 함침된 프리폼들은 사용되기 전까지 상당히 긴 시간동안 조기 경화됨이 없이 저온(예, 냉장온도)에서 편리하게 저장될 수 있다.

따라서 본 발명은 과도한 섬유손상 및 바늘의 오염없이 다수의 부분적으로 함침된 프리폼들의 스티치가 가능하도록, 부분적으로 함침된 프리폼을 만들기 위해 부분적으로 함침된 섬유층을 제조하는 방법을 제공한다. 섬유층상에 부분적으로 함침된 수지는 최종 경화시에 적층체 전체에 걸쳐 흐를 수 있다. 본 발명의 방법의 또다른 장점은 부분적으로 예비함침된 프리폼(들)내의 수지는, 스티치에 의한 보강이 매우 어려운 기존의 선행기술인 프리프레그와는 달리, 프리폼의 섬유층들을 깊게 포화시키지 않는다는 점이다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 전술한 목적들과 많은 부수적인 장점들은, 첨부된 도면들에 대한 다음의 상세한 설명을 참고함으로써 더 잘 그리고 더 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

도 1은 최상층에 부분적으로 함침된 수지필름을 갖는 다수의 섬유층을 포함하는 본 발명의 부분적으로 함침된 프리폼의 하나의 바람직한 구체예의 예시이다;

도 2는 최상부와 최하부의 섬유층들이 각각 수지로 부분적으로 함침된 다수의 섬유층을 포함하는 본 발명의 부분적으로 함침된 프리폼의 한가지 구체예의 부분 단면도이다;

도 3은 크로스-플라이 스티치에 의해 보강된 도 2의 부분적으로 함침된 프리폼을 예시한다;

도 4는 각 프리폼의 최상부의 섬유층이 수지로 부분적으로 함침된 다수의 부분적으로 함침된 프리폼들을 포함하는 본 발명의 부분적으로 함침된 프리폼의 스택의 하나의 구체예를 나타내는 부분 단면도이다;

도 5는 크로스-플라이 스티치에 의해 보강된 도 4의 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택을 예시한다;

도 6은 각 프리폼의 최상부 섬유층이 수지로 부분적으로 함침되고, 코어를 포함하는 본 발명의 부분적으로 함침된 프리폼의 스택의 한가지 구체예를 나타내는 부분단면도이다;

도 7은 크로스-플라이 스티치에 의하여 보강된 도 6의 부분적으로 함침된 프리폼의 스택을 예시한다.

발명의 상세한 설명

본 명세서에서 사용된 '부분적으로 함침된'이라는 용어는 섬유층과 같은 적합한 기질의 간극내에 부분적인 수지 매트릭스가 형성되도록 하기 위하여, 열과/또는 압력 등을 가함으로써 수지 필름, 분말과/또는 액체를 기질의 간극내로 도입시키는 것을 뜻한다. 일반적으로, 결과의 부분적으로 함침된 프리폼은 수지와 기질의 전체량

에 대하여, 약 20~약 50%의 수지를 포함한다.

예를들면, 경화된 수지에 의하여 완전히 지지되고 결합된 연속적인 섬유층(직조, 편직, 브레이드, 매트, 펠트 등)과 같이 섬유보강수지 복합체로 이루어진 일체형 구조체의 제조방법이 제공된다. 부분적으로 함침된 프리폼들은 연속된 공정으로 열과 압력을 가하여 수지로 섬유층을 부분적으로 함침시켜서 만든다. 바람직하게, 수지는 섬유층의 맨위에 놓여진 단일한 연속필름의 형태이다. 그러나, 수지는 분말과 같은 한 형태로 섬유층에 적용될 수 있으며, (다량질과 같은) 열과 압력의 적용으로, 섬유층내로 부분적으로 침투된다.

수지를 섬유내로 부분적으로 함침시키기 위한 다양한 통상적인 방법들은 당업자들에게는 잘 알려져 있다. 이들은 예를들면, 수지 필름의 경우에는 적층기의 사용을 포함한다. 분말수지의 경우에는, 엘렉트로스테틱 테크놀로지(Electrostatic technology), 뉴해이븐, CT의 페로스테틱™(Pherostatic™) 코팅공정이 사용될 수 있다. 이는 하전된 분말 입자들이 페로스테틱™ 코팅기를 통과함에 따라서 기질로 끌려가게 되어 결과적으로 건조분말의 균일한 코팅이 이루어지는 정전기적 방법이다. 기질은 분말이 녹아서 기질위에서 균일한 필름으로 되는 코팅기(coater)바로 위에 있는 열원으로 계속해서 올라온다.

액체수지도 또한 본 발명에 이용될 수 있다. 예를들면, 액체수지를 섬유층 위로 분고, 냉각시켜 필름을 만든 후에 가압하에서 가열하여 수지 필름이 섬유층내에 부분적으로 함침되게 한다. 부분적으로 함침된 프리폼의 제조시, 본 발명에 사용된 섬유층(들)의 최상부 및 바닥면 모두에 부분적으로 함침시키는 것이 바람직할 수 있다.

본 발명에 따라서, 레이업은 부분적으로 함침된 프리폼으로 제조하거나 또는 다수의 부분적으로 함침된 프리폼을 함께 스테킹하여 제조한다. 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택내에서 여러층들의 배향(orientation)은 결과의 일체형 구조체의 원하는 방향강도를 기초로 한다. 바람직하게는, 부분적으로 함침된 프리폼 또는 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택은 본 발명의 보다 광범위한 실시예들에서 요구되는 것은 아니지만, 크로스-플라이 방향으로 함께 스티치된다.

부분적으로 함침된 프리폼 또는 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택의 경화는 통상적인 방법에 의해 수행될 수 있다. 부분적으로 함침된 프리폼(또는 스티치된 층들의 스택)은 섬유보강수지 복합체를 제조하기 위하여 수지함침체를 진공화하는 표준경화법을 사용하여 섬유층을 오토클레이브 처리함으로써 경화될 수 있다. 전형적인 경화방법은 본 명세서에 참고문헌으로 포함된 미국특허 제3,028,284호; 3,322,566호; 3,384,505호; 3,523,152호; 3,790,432호; 4,030,953호 및 4,622,091호에 예시되어 있다.

미국특허 제 4,622,091호에 예시된 바와 같은 바람직한 구체예에 있어서, 부분적으로 함침된 프리폼 또는 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택은 브리더(breather) 테이프와 같은 도관이 통과하는 수지함량 조절 엔벨로프에 의해 밀봉된다. 수지 함량조절 엔벨로프는 진공 엔벨로프에 의해 차례로 밀봉된다. 공기와 다른 기체들은 엔벨로프를 통해 제거된다. 그후, 복합체를 가열한다. 부분적으로 함침된 프리폼(들)로 수지가 침투함에 따라서, 부분적으로 함침된 프리폼(들)에 남아있는 공기와 다른 기체들은 부분적으로 함침된 프리폼(들)과 브리더 테이프를 만드는 섬유들에 의하여 제조된 도관을 통해서 제거된다.

바람직하게는 부분적으로 함침된 프리폼(들)은 진공 엔벨로프의 일부분을 형성할 수 있는 도구(tool)상에 위치하는 것도 본 발명의 또다른 면이다. 박리 필름에 의하여 도구는 부분적으로 함침된 프리폼(들)로부터 분리될 수 있으며, 그 후에 수지함량 조절 엔벨로프의 일부를 형성한다. 도구는 복합체가 생성됨에 따라서 섬유보강수지 복합체의 인접표면을 성형한다.

섬유보강수지 복합 구조체가 성형됨에 따라 이의 다른 한 표면을 성형하기 위해 사용된 제 1의 도구로부터의 일부 함침된 프리폼(들)의 다른쪽 면에 제 2의 도구를 배치할 수 있는 것도 본 발명의 또다른 측면이다. 상기 도구는 박리층에 의하여 상부 수지층으로부터 더 분리될 수 있다.

본 발명의 또다른 측면으로는, 나무, 발포체, 벌집(honeycomb) 또는 어떤 다른 물질로 만들어진 중심 코어가 부분적으로 함침된 프리폼의 층 사이에 배치될 수 있다. 선택적으로, 또는 부가적으로 연장된 보강영역을 만들기 위하여 부분적으로 함침된 프리폼의 한 면에 이중층이 배치될 수도 있다. 이러한 구체예는 미국특허 제 4,622,091호에 설명되어 있다.

도 1은 본 발명에 따라 제조된 레이업을 예시하고 있는 그림이다. 이 레이업은 복수의 보강된 섬유물질층(13, 15, 17, 19 및 20)으로 이루어진 부분적으로 함침된 프리폼(11)을 포함한다. 최상단의 보강된 섬유층(23)은 수지필름(21)로 부분적으로 함침되어있다. 각 층은 복수의 보강 및/또는 지지 연속 섬유들로 이루어졌다. 이 섬유들은 일축방향성, 직조섬유, 편직섬유, 소용돌이형 매트, 펠트 매트, 해사(wound), 브레이드 등과 같은 통상적인 한 형태일 수 있다. 섬유보강물질은 유리, 석영, 케브라®(KEVLAR®) 브랜드 폴리아미드와 같은 유기물, 탄소, 흑연 등일 수 있다. 일축방향성 테이프가 사용된 경우는, 각 층은 복수의 평행배열된 토우(tow)들로 이루어진다. 토우는 다수의 한 방향으로 된 합성섬유들의 느슨하고 꼬이지 않은 가닥이다. 각 토우는 예를들면 1,000, 3,000, 6,000, 12,000, 24,000, 48,000, 56,000 또는 125,000 섬유 등을 포함할 수 있다. 토우들은 크로스-토우 스티치 또는 열가소성 수지와 같은 소량의 수지에 의해 제자리에 느슨하게 위치될 수 있다. 토우들은 씨실-삽입(weft-insertion) 편직 스티치에 의해 서로 지지될 수 있다.

층들의 배향은 결과의 섬유보강수지 복합체의 원하는 방향의 강도를 기준으로 한다. 어떤 층들은 대개 결과의 일체형 구조체에 가해지는 주요 힘의 방향인 미리 정해진 방향에 평행하게 놓여진다. 토우들이 상기 방향으로 배치된 층은 0. 층이라고 한다. 다른 층들은 0. 층에 대한 어떤 각으로 배치되어진다. 일반적으로 어떤 층들의 토우의 축은 0. 층의 토우방향에 직각으로 배치된다. 이러한 층들은 일반적으로 90. 층이라고 한다.

토우가 0. 층의 토우의 방향에 대해 어떤 다른 각으로 놓여진 층들은 + 층 및 -층으로 언급된다. 통상적으로 이러한 층들의 토우는 0. 층의 토우의 방향에 대하여 +45. 각 및 -45. 각을 이룬다. 0. 층, 90. 층, +층 및 -층들의 수와 그 층들이 서로 놓여지는(interleaved) 방식은 결과의 일체형 구조체에 따른다. 섬유보강수지 복합체의 층의 수와 배향을 결정하는 설계기술은 이러한 복합체의 제조에 친숙한 사람들에게는 알려진 것이며, 이

러한 설계기술들은 본 발명의 분야의 당업자들에게는 잘 알려져 있는 것이므로 기술하지 않는다.

도 2~7은 복합 구조체를 형성하기 위한 본 발명에서 개시된 방법에 사용되는 부분적으로 함침된 프리폼의 많은 다른 구체예들을 예시하는 것이다.

도 2는 복수의 섬유층들(30, 32, 34, 36과 38)을 포함하는 본 발명의 부분적으로 함침된 프리폼(23)의 한 구체예의 부분 단면도로, 여기서 최상단 섬유층(38)과 바닥 섬유층(30)은 수지층(21)로부터의 수지(22)로 각각 부분적으로 함침되었다. 도 3은 크로스-플라이 스티치(50)에 의해 보강된 도 2의 부분적으로 함침된 프리폼(23)을 예시한다. 도 4는 복수의 부분적으로 함침된 프리폼(42, 44 및 46)을 포함하는 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택(40)의 한 구체예의 부분 단면도를 예시하는 것으로, 여기서 각 부분적으로 함침된 프리폼의 최상단 섬유층은 수지층(21)로부터의 수지(22)로 부분적으로 함침되었다. 도 5는 크로스-플라이 스티치(50)에 의해 보강된 도 4의 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택을 예시한다. 도 6은 코어(60)를 포함하는 부분적으로 함침된 프리폼(42, 44, 46)의 스택(70)의 한 구체예의 부분 단면도이고, 각각의 부분적으로 함침된 프리폼의 최상단 섬유층은 수지층(21)로부터의 수지(22)로 부분적으로 함침되었다. 도 7은 크로스-플라이 스티치(50)에 의해 보강된 도 6의 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택을 예시한다.

바람직한 실시예에서 레이업은 부분적으로 함침된 프리폼 또는 부분적으로 함침된 프리폼들의 (스티치된 것일 수 있는)스택으로 이루어진다. 그 다음, 부분적으로 함침된 프리폼 또는 프리폼들의 스택을 하나 또는 그 이상의 브리더 테이프와 같은 배기 도관과 접촉시켜 배치한다. 그 후, 레이업과 배기도관을 수지함량조절 엔벨로프내에 넣고, 배기도관은 이 엔벨로프를 통과하도록 놓는다. 그 후, 수지함량조절 엔벨로프를 진공 엔벨로프로 내로 넣는다. 그리고, 진공 엔벨로프내의 기체들을 배기한다. 배기도관으로 인하여 진공 엔벨로프가 배기될 때 따라 수지함량조절 엔벨로프와 레이업내의 기체도 배기된다. 마지막으로, 기체가 배기된 후 진공 엔벨로프와 이의 내용물들을 가열한다. 가열단계가 진행됨에 따라, 부분적으로 함침된 수지는 보강재 및/또는 지지 섬유층들의 내부 영역으로 주입되어 공극이 거의 없거나 매우 적은 섬유보강수지 복합체가 제조된다.

수지함량조절 엔벨로프내에 부분적으로 함침된 프리폼 또는 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택을 넣고 수지함량조절 엔벨로프를 배기하는 것은 수지가 레이업으로부터 흘러나오는 것을 막아준다. 예측되지 않은 레이업 수지의 유출은 제조시 섬유보강수지 복합체의 수지함량 및 수지 유출로 인해 강도를 예측할 수 없게 만든다. 이러한 복합체들은 우주선이나 항공기와 같은 여러 환경들에서 만족스럽지 못한 것들이다. 진공 엔벨로프 내부에 수지함량조절 엔벨로프를 놓는 것은 단일 백(single bag) 배치에 의해서는 충족될 수 없는 많은 장점들을 가지는 이중 백(double bag) 배치를 이룬다. 이중 백 배치를 하는 첫번째 이유는, 고온(250. F이상) 공정에서 사용되는 박리(release)필름(예로서, 테플론[®] 브랜드의 폴리테트라플루오로에틸렌)은 부드러워 뽀족한 물질에 부딪혔을 때 찢어지게 되어 진공 백들을 좋지않게 만들기 때문이다. 두번째로, 이중 백 배치는 여러 곳에서 수지함량조절 엔벨로프가 통기될 수 있는 통로를 제공한다. 따라서, 공기와 휘발성 물질들이 빠져나갈 수 있는 많은 통로가 제공되는 것이다. 만일 수지흐름이 몇몇 통로를 막아버리게 되면, 다른 수지들은 내부에 남게된다. 세째로, 이중 백 배치는 수지함량조절 엔벨로프가 레이업 주변에 딱 맞도록하므로써 수지가 진공 라인내로 흘러들어가기를 방지하기 위한 브리더 테이프를 많은 양 사용할 필요가 없도록 한다.

본 발명은 어떤 특정 종류의 수지에 제한되지 않는다. 적합한 점성을 가져 함침 및 경화동안 직물층을 통해 적절히 흐를 수 있는 수지라면 사용될 수 있다. 본 발명의 방법에 사용되는 적합한 수지들은 프리폼이 스티치에 의해 보강될 때 가능한한 비점착성이어야 한다. 즉, 수지는 바람직한 작업온도에서 실질적으로 끈끈하지 않고 실질적으로 서로 또는 다른 것들에 붙지않는 것이다.

통상적으로는 끈적끈적한 수지를 사용하는 것이 바람직한 때는, 직물층들을 함께 스티치하는데 요구되는 작업온도에서는 끈끈하지 않도록 만들기 위해 이러한 수지 존재시 수지를 냉각시킬 수 있다. 한편 고분자량 수지의 경우에는 바늘이 침투할 수 있을만큼 충분히 부드러워질 정도로 가열하는 것이 바람직하다. 물론, 수지가 끈적거림이 없을수록 프리폼을 스티치하기에 더 좋으며, 바람직한 수준으로 프리폼(들)을 보강할 수 있을 것이다.

수지의 점착성 측정 기준은 수지의 내블록킹(anti-blocking)성질이다. '블록킹'은 상온에서 수지 그 자신에 또는 다른 표면들에 부착되려는 수지의 경향성을 말한다. 블록킹을 감소시키기 위해서는 40~90°C의 비교적 높은 유리전이온도 T_g 를 가지는 수지를 사용하는 것이 유리하다. 일반적으로 0~60°C 및 40~90°C의 T_g 를 가지는 고체 및 액체수지의 혼합물이 사용될 수 있다.

바람직하게, 본 발명의 방법에 이용되는 수지는 실질적으로 끈적임이 없으며, 가장 바람직하게는 스티치하는 동안 작업온도에서 끈적임이 없는 것이다. 부분적으로 함침된 프리폼의 직물층들을 함께 스티치하는데 사용되는 바늘이 수지에 엉겨붙게 되는 것을 방지하므로 작업 온도에서 이렇게 끈적임이 감소되거나 끈적임이 없는 수지들을 사용하는 것이 유리하다. 바람직한 작업 온도 및 압력에서 스티치용 바늘들은 수지를 쉽게 통과할 수 있어야 한다.

보다 높은 작업온도에서 그리고/또는 복수의 쌓인 직물층들을 스티치하는 경우, 수지의 연화에 의해 스티치가 영향을 받을 수 있는 가능성이 있다. 작업 바늘에 의해 생성되는 마찰력에 의해 이러한 연화가 발생할 수 있다. 가능하다면 이러한 상태는 피해야 한다. 예로서, 큰 게이지의 바늘들은 작은 게이지의 바늘보다 더 큰 마찰력을 일으킬 것이다. 그러나 스티치가 수행되는 온도 및 압력을 적어도 일부라도 조절하므로써 프리폼을 통과하는 바늘에 의해 생성되는 마찰력을 조절하는 것이 가능하다. 또한, 보다 작은 게이지의 바늘들은 마찰열이 보다 적을 것이다. 일반적으로, 본 발명의 직물층들이 수지 존재하에서 함께 스티치될 때 바늘이 수지를 많이 제거하지 않으면서 수지를 뚫고 나가도록, 변수들은 바람직하게 조절되어야 한다. 또한, 스티치 공정중에 바늘이 직물층의 섬유층에 일으키는 손상은 적거나 없어야 한다.

본 발명의 방법에 사용되는 바람직한 수지들은 부드럽고, 휘기 쉬우며, 스티치될 때 침투될 수 있는 것이지만 오토클레이브 경화동안에는 정상적으로 흐를 수 있는 것이다. 수지들은 바람직하게는 안정하게 저장되고, 실질적으로 끈적임이 없는 것들이다. 바람직하게는, 본 발명의 수지들은 약 50~약 400°C에서 약 0.5~약 1000포아세의 최소 점도값을 가진다. 보다 바람직하게는 본 발명의 수지들은 약 50~400°C에서 1~200포아세의 최소

점도값을 가진다. 가장 적하게는, 본 발명의 수지들은 약 50~400°C에서 약 10포아제의 최소 점도값을 가진다.

사용에 적합한 수지의 타입은 이에 제한되지는 않지만 에폭시 수지, 비스말레이미드(BMI), 페놀류, 시아네이트 에스테르, 폴리에스테르, 폴리이미드와 같은 열경화성 수지들 및 폴리아미드, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리부틸렌 테레프탈레이트(PBT), 폴리에테르 에테르 케톤(PEEK), 폴리에테르 케톤(PEK), 폴리이미드, 폴리에테르 설폰(PES)등과 같은 열가소성 수지들을 포함한다. 어떤 경우에, 수지는 실질적으로 본 발명의 특정한 진공/온도/압력 조건의 적용하에서 비등 또는 발포될 수 있는 공기 및 불순물들이 없는 것이 바람직하다. 또한 이러한 수지들의 혼합물도 사용될 수 있다. 바람직한 점성을 가진 수지 배합물을 제공하기 위해서는 이러한 수지들의 혼합물이 바람직하다. 수지의 바람직한 성질에 부합하는 통상적인 수지 첨가물들도 사용될 수 있다.

에폭시 수지의 경우는 약 121°C에서 약 0.5~500포아제의 최소 점도값을 갖는 것들이 바람직하다. BMI의 경우는 121°C에서 약 0.5~10포아제의 최소 점도값을 갖는 것들이 특히 바람직하다. 열가소성 수지들의 경우는 약 400°C에서 약 500~1000포아제의 최소 점도값을 가지는 것들이 바람직하다.

부분적으로 함침된 프리폼내의 수지의 양은 부분적으로 함침된 프리폼의 총 중량에 대하여 바람직하게는 약 20~50중량%이며, 보다 바람직하게는 25~약 40중량%이고, 가장 바람직하게는 약 30~35중량%이다.

본 발명에서 사용하기 적합한 경화제들은 당 기술분야의 당업자들에게 잘 알려져 있으며, 사용되는 수지계에 따라 다를 것이다. 예로서, 에폭시 수지의 경우 적합한 경화제는 이에 제한되지는 않지만 다음을 포함한다: 시아노구아니딘 약 2~약 8phr(phr: 수지 100부에 대한 부(part)); 방향족 디아민류 약 15~45phr; 아민류 약 1~30phr; 이미다졸류 약 1~5phr; 치환된 요소류 약 2~10phr; 삼차 아민류 1~10phr; 산 무수화물 약 30~135phr; BF₃-MEA(보론 트리플루오라이드 메틸 에틸아민)과 같은 루이스 산 약 1~5phr; 하이드라지드류 약 10~40phr; 및 상술된 경화제들의 조합. BMI류는 약 0.05~약 2phr의 TPP(트리페닐포스핀)이나 이미다졸 경화제로 촉매되는 것이 일반적이다.

상술된 설명을 통하여 쉽게 이해될 수 있듯이, 본 발명은 섬유보강수지 복합체의 신규한, 개선된 제조방법을 포함한다. 본 발명의 공정은 레이업을 만드는데 부분적으로 수지로 함침된 프리폼을 사용하므로, 예비함침된 섬유층들을 사용하는 선행기술의 레이업과 관련되어진 문제들을 피할 수 있다. 보다 상세하게는, 부분적으로 함침된 프리폼에 사용된 수지는 상온에서 정착성이 감소된 것이기 때문에 바람직하다면 Z 방향으로(즉, 크로스-플라이 보강) 비교적 용이하게 스티치될 수 있다. 또한, 부분적으로 함침된 프리폼의 층(들)로 수지가 주입됨에 따라 공기와 기체들은 부분적으로 함침된 프리폼들로부터 배기되기 때문에 최종 생성품이 다공성이 되는 것을 피할 수 있다. 또한, 프리폼을 부분적으로 함침하기 위하여 사용되는 수지 물질은 바람직하게는 저온저장 시 장기간 안정한 것이며, 부분적으로 함침된 프리폼들이 상기에서 언급된 다양한 원인들중의 하나로 인해 가공처리가 불가능하게 되어 일어나는 손실도 현저히 감소된다.

본 발명은 아래의 실시예들로부터 보다 잘 이해될 수 있을 것이다. 그러나, 당 기술분야의 당업자는 언급된 특정 방법 및 결과들이 단지 본 발명을 예시하는 것이며, 본 발명이 이에 제한되는 것을 의미하는 것은 아니라는 것을 이해할 것이다.

실시예

실시예 1

부분적으로 함침된 프리폼의 제조

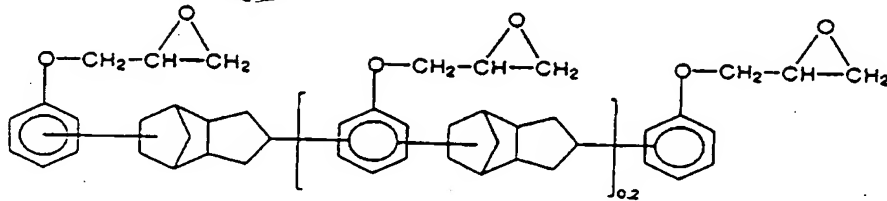
수지 배합물을 아래의 조성에 따라 제조하였다.

【표 1】

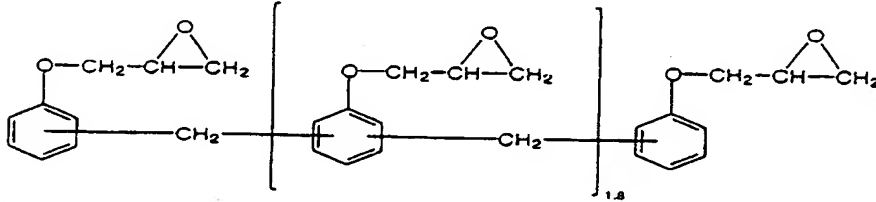
수지	중량%
TACTIX 556	107
DEN 439	610
D E R 661	240
DICTANEX 1400B	43

여기서 사용된 에폭시수지 TACTIX 556, D.E.N. 439, D.E.R. 661은 다우 케미컬사, 마드랜드, MI.로부터, 시아노구아니딘 경화제인 DICYANEX 1400B는 퍼시픽 앵커 케미컬사, 알랜타운, PA로부터 모두 상업적으로 구입가능한 것들이다.

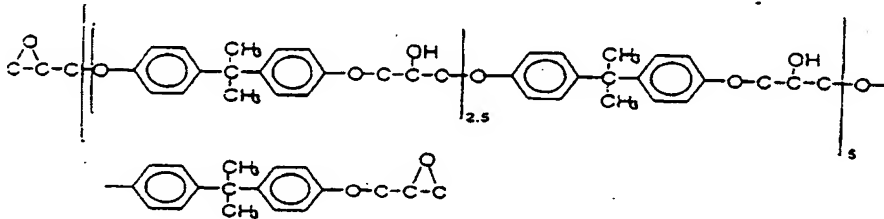
TACTIX 556은 다음의 구조식을 가지며 215~235의 에폭사이드 당량을 가졌다.



D.E.N. 439은 다음의 구조식을 가지며, 191~210의 에폭사이드 당량을 가졌다.



D.E.R. 661은 다음의 구조식을 가지며, 525 에폭사이드 당량을 가졌다.



TACTIX 556과 D.E.N. 439를 250.F로 예열하고, D.E.R. 661을 상온에서 첨가하여 배합물을 제조하였다. D.E.R. 661이 용해될 때까지 결과의 혼합물을 250.F로 가열하였다. DICYANEX 1400B를 첨가하기 전에 혼합물을 170.F로 냉각시켰다. 결과의 혼합물을 더 냉각시켰다. 단일 날(single blade) 코팅기를 사용하여 수지 필름을 만들고 사용하기 전까지 상온에 저장하였다.

+45., -45., 0., 90., 0., 90., 0., -45. 및 +45.의 구조를 갖는 9번 예비 스티치된 직물층들을 다음과 같이 수지 필름으로 부분적으로 함침시켰다:

대응하는 수지 필름의 파스 스택의 최상층의 뒷면에 놓은 후 침투 정도를 조절하기 위하여 열과 압력을 사용하여 스택 안으로 부분적으로 함침하였다. 바닥 직물층의 바닥면을 이와 비슷하게 수지 필름으로 함침시켰다. 부분적으로 함침된 프리폼에 대한 총 수지 함량은 프리폼의 총 중량에 대하여 35%였다. 필름 수지로 직물층을 부분적으로 함침시키기 이전의 스택 중량은 88.4g이었으며, 함침후의 중량은 136g이었다.

실시예 2

부분적으로 함침된 프리폼의 스티칭

12인치×12인치의 면적을 갖는 7개 층들을 직조된 흑연천 조각(중간 모듈러스-7; 6,000 필라멘트; 4번 새틴 통사)으로부터 잘라내었다. 잘라낸 7개 층들을 차례로 쌓아 134.4g의 중량을 가지는 스택을 만들었다. 최상층과 바닥층을 빼내어 실시예 1에 개시된 대로 수지 필름으로 부분적으로 함침시켰다. 부분적으로 함침된 수지를 가지는 이 2개의 층을 5개의 직물층 스택의 최상단과 바닥에, 부가하였다. 따라서, 최종 스택은 스택의 바깥면에 부분적으로 함침된 수지를 가지는 최상층과 바닥층을 포함하는 7개의 층으로 구성된다.

1~50 면사를 사용하여 7 다머스 1/5인 하나의 바늘로 부분적으로 함침된 수지를 가지는 최상층 및 바닥층을 포함하는 7개층 스택을 꼬맨다. 바늘에 엉겨붙는 수지없이 스택의 각 면에 있는 부분적으로 함침된 필름을 바늘로 깔끔히 뚫어 레이업을 쉽게 스티칭할 수 있었다. 최상층 및 바닥층에 부분적으로 함침된 수지를 포함하는 7개 층에 적어도 10회의 스티치를 어려움 없이 놓았다.

스티치된 7개 층의 스택은 다음과 같이 경화되기 위해서 오토클레이브 처리되었다:

스티치된 스택을 진공 엔벨로프에 놓고, 완전 진공을 적용시켰다; 스택을 분당 5.F로 증가시켜서 상온에서 250.F로 가열하였다. 그 후 스택을 100psi의 압력하에 놓고, 분당 5.F로 증가시켜서 250.F에서 350.F까지 가열하여 온도와 압력을 그대로 2시간동안 유지하였다. 스택을 분당 5.F의 속도로 냉각시켜 150.F까지 냉각시키고 압력과 진공을 제거하였다. 경화된 섬유보강수지 복합체를 상온까지 냉각시켰다.

결과의 섬유보강수지 복합체는 수지 손실이 아주 조금이거나 없었다. 부분적으로 함침된 프리폼은 경화 전에는 227.9g이었으며, 경화 후의 복합체는 227.9g이었다.

섬유보강수지 복합체는 현미경적 조사에 의하여 알 수 있었듯이 수지로 완전히 적셔졌다. 복합체의 단면 일부를 경화된 복합체에서 제거하여 에폭시 수지에 올려놓았다. 그 후, 이 단면을 잘 닦고 고압 현미경하에서 관찰

하였다. 시각적 관찰결과 복합체 물질은 완전히 적셔졌음을 보였다. 현미경을 통하여 찍은 완전히 적셔진 복합체의 사진도 복합체 물질이 완전히 수지에 적셔졌음을 확인시켜주었다.

본 발명의 바람직한 구체예가 예시되고 설명되었지만, 본 발명의 범위와 기술사상을 벗어나지 않고서 이에 다양한 변화들이 만들어질 수 있다. 예로서, 직물층은 맨드렐(mandrel)상의 토우와 같은 일축방향성 섬유다발을 처음에는 한 방향으로 그 다음에는 다른 방향으로 권사함으로써 직물층을 제조할 수 있다. 또한 토우들이 맨드렐상에서 감아지듯이, 몇 개의 토우들을 브레이드 할 수 있다. (도구의 일부인)맨드렐상에서도 여전히 수지를 제조된 프리폼에 적용할 수 있다. 직물층을 길이로 찢어 편리하게 하여 수지가 부분적으로 함침된 평층의 프리폼을 제조한다. 또한 편리한 직물층은 수지가 상기 개시된 방법으로 부분적으로 함침된 일축방향성 토우들 뿐만 아니라 직조된 토우들의 층 또는 펠트류(매트) 또는 무작위 소용돌이형 섬유들에 의해서도 제조될 수 있다. 부분적으로 함침된 프리폼이 얼마나 많이 만들어졌는지에 상관없이 상기에 기술된 방식 및 첨부된 청구항들에 서와 같이 가공처리된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

한 면이 수지로 부분적으로 함침된 복수의 섬유층들을 포함하는 부분적으로 함침된 프리폼.

청구항 2

제 1항에 있어서, 각 섬유층은 평행배열된 다수의 토우들로 이루어지며, 각 토우는 다수의 일축방향성 보강섬유들로 만들어진 것을 특징으로 하는 부분적으로 함침된 프리폼.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 일축방향성 보강섬유들은 유리, 석영, 유기물, 탄소 및 흑연을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 부분적으로 함침된 프리폼.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 수지는 상기 복수의 섬유층들의 양쪽면에 부분적으로 함침되는 것을 특징으로 하는 부분적으로 함침된 프리폼.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 수지는 필름, 분말 또는 액체인 것을 특징으로 하는 부분적으로 함침된 프리폼.

청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 수지는 실질적으로 점착성이 없는 것을 특징으로 하는 부분적으로 함침된 프리폼.

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 수지는 약 0.5~약 1000포아세의 최소 점도값을 가지는 것을 특징으로 하는 부분적으로 함침된 프리폼.

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 부분적으로 함침된 프리폼은 크로스-플라이 보강된 것을 특징으로 하는 부분적으로 함침된 프리폼.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 크로스-플라이 보강은 크로스-플라이 스티치하는 것임을 특징으로 하는 부분적으로 함침된 프리폼.

청구항 10

각각 수지로 부분적으로 함침된 섬유층을 포함하는 부분적으로 함침된 프리폼들을 복수로 포함하는 부분적으로 함침된 프리폼들의 스택.

도면

